E/CONF.39/A/373
14 Nov.1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A. 4. 2. 1

Nations Unies
Commission Economique pour l'Europe

PROGRES RECENTS DES TECHNIQUES D'EXTRACTION DU CHARBON

Par la Commission Economique pour l'Europe
Nations Unies

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

PROGRES RECENTS DES TECHNIQUES D'EXTRACTION DU CHARBON

par la Commission économique pour l'Europe
des Nations Unies

1. Le charbon a apporté dans l'histoire de la civilisation humaine un élément fondamental nouveau: l'énergie, base essentielle de l'industrialisation. Pendant une grande période, le charbon était pratiquement la seule grande source d'énergie connue, le XIXe siècle a été le siècle du charbon. Depuis lors, de nouvelles sources d'énergie sont apparues. La primauté du charbon a continué néanmoins à s'affirmer jusqu'à ce que les progrès techniques accomplis par l'homme aient démontré d'une part les possibilités d'utilisations multiples des autres sources d'énergie et, d'autre part, que leurs réserves justifiaient un accroissement considérable de leur emploi. Ces progrès, ainsi que d'autres facteurs ont provoqué au cours des dernières années, dans un nombre limité de pays, une incertitude quant à l'avenir du charbon. Certaines causes objectives ont pu réellement perturber les plans de développement de l'industrie charbonnière de ces pays, mais un examen plus détaillé de ce problème nous permet de constater que, dans le contexte mondial, cette perturbation a une signification et une influence très localisées et peut-être même temporaires.

2. Si nous étudions le développement de la production d'énergie dans le monde (tableau I, annexe), nous pouvons constater ce qui suit:

a) La production des combustibles solides (charbon et lignite) est passée de 1412 millions de tonnes équivalent de charbon en 1951, à 2204 millions de tonnes équivalent de charbon en 1960; elle a donc augmenté d'environ 800 millions de tonnes en 10 ans.

b) Pendant la même période, la production de pétrole a augmenté d'environ 600 millions de tonnes équivalent de charbon, la production de gaz naturel de 300 millions de tonnes.

3. On observe donc qu'au cours des dix dernières années la production charbonnière mondiale s'est accrue à un rythme plus grand en valeur absolue que les autres sources d'énergie. Le tableau III en annexe donne la production charbonnière dans le monde au cours des dernières années.

4. L'apparition des autres sources d'énergie n'a donc aucunement freiné l'essor de l'industrie charbonnière, cet apport supplémentaire des autres sources d'énergie n'ayant pour conséquence majeure que la diminution du pourcentage de charbon dans la production totale d'énergie; ces sources nouvelles du reste, dans de nombreux cas, ont trouvé des utilisations qui leur sont propres (essence, kérosène, diesel-oil, etc.).

5. L'examen de la consommation d'énergie per capita dans le monde (tableau II, annexe) peut également nous aider dans la compréhension du problème du charbon:

a) La consommation d'énergie per capita dans le monde a atteint 1405 kg en 1960, augmentant de 40% en dix ans. Pour obtenir cet accroissement de 40%, la production totale d'énergie a dû augmenter de 140%.

b) Environ les trois-quarts de la production mondiale d'énergie sont consommés par un quart seulement de la population mondiale.

c) Il est prouvé que, plus grande est dans un pays la consommation d'énergie per capita, plus grand est le revenu national par habitant. Un grand mouvement d'industrialisation vient d'être amorcé dans le monde entier de façon à pouvoir assurer à tous les habitants, dans les prochaines décennies, un niveau de vie décent; ceci placera le monde entier devant la nécessité absolue d'accroître considérablement la production d'énergie.

d) Les prévisions des besoins d'énergie établies dans de grands pays industrialisés tels que les Etats-Unis et l'URSS, disposant d'énormes réserves de toutes les sources d'énergie connues actuellement font état de très grands développements de l'industrie charbonnière: environ 900 millions de tonnes vers 1980 aux Etats-Unis et 1200 millions de tonnes en 1980 en URSS. Cet accroissement considérable de la production charbonnière sera accompagné par une augmentation très sensible de la production d'énergie à partir de toutes les autres sources disponibles (pétrole, gaz, énergie nucléaire, énergie hydraulique, etc.).

6. La leçon qui s'impose à la lueur de tous ces faits et chiffres est la pleine conscience du rôle essentiel qu'est appelé à jouer le charbon, en harmonie avec toutes les autres sources d'énergie, dans les futures étapes du progrès de l'homme. Cette constatation a toute son importance pour les pays en voie de développement.

7. Ces considérations sur le rôle du charbon dans le contexte général de l'énergie permettront de mieux comprendre les causes des prodigieux progrès accomplis dans les techniques d'extraction du charbon.

8. A la suite de la deuxième guerre mondiale tous les pays, dans leur immense effort de reconstruction, ont été confrontés avec le problème de la pénurie d'énergie. La solution de ce problème était particulièrement urgente en Europe. Une des solutions adoptées a été le développement aussi rapide que possible de l'industrie charbonnière.

9. Les responsables de l'industrie charbonnière ont très vite compris que, d'une part, des mesures à court terme devaient être prises pour accroître la production charbonnière le plus rapidement possible et que, d'autre part, ce développement de l'industrie charbonnière ne pouvait être assuré que par une politique à long terme tendant à la modernisation totale de cette industrie.

10. Cette politique à long terme a été mise en oeuvre dès les premières années qui suivirent la fin de la deuxième guerre mondiale. Les éléments principaux de cette action sont les suivants:

a) Utilisation des connaissances scientifiques et techniques acquises jusqu'à présent par l'homme: L'industrie charbonnière était demeurée pour des raisons diverses, une industrie artisanale éloignée des récentes découvertes techniques. De nouveaux instituts de recherches et laboratoires propres à l'industrie charbonnière ont été créés en vue d'explorer les possibilités d'application des nouvelles techniques dans les conditions

spécifiques de l'exploitation minière. Ces instituts et laboratoires ont établi et réalisé un grand programme de recherches scientifiques minières. Une collaboration très étroite s'est développée entre ces institutions et l'industrie mécanique permettant ainsi la conception et la mise au point de nombreuses machines. La coopération internationale dans le domaine scientifique et technique qui s'est établie entre les divers pays est également un des facteurs des succès obtenus; il convient de citer en exemple la Conférence de directeurs des Instituts Nationaux des Mines qui s'est tenue en Pologne en 1962 sous les auspices du Comité du Charbon de la Commission économique pour l'Europe.

b) Rationalisation : Dans de nombreux pays la structure de l'industrie charbonnière était désuète et freinait la mise en oeuvre de toute mesure à long terme. Un grand mouvement de concentration s'est amorcé tendant à regrouper les petits sièges en grandes unités de production, permettant une exploitation plus rationelle des installations du fond et de la surface.

c) Investissements : L'industrie charbonnière avait souffert d'un manque de capitaux d'investissement; la condition essentielle de la mise en route d'une politique à long terme était de mettre à sa disposition tous les moyens financiers nécessaires; en principe, cette condition a été remplie. Depuis la fin de la guerre, les sommes investies dans les charbonnages européens s'élèvent à près de 10 milliards de dollars. Ce montant correspond à peu près à 4% de l'investissement total en Europe.

11. Cette politique à long terme commence maintenant à porter ses fruits. Au cours des dernières années nous avons assisté à une véritable révolution technique dans l'industrie minière par suite des grands progrès qui ont affecté toutes les phases principales de l'activité de la mine, notamment:

I. Planning
II. Fonçage des puits et traçage des galeries
III. Mécanisation au front de taille
IV. Méthodes d'exploitation - Méthodes de sécurité utilisées contre les dégagements instantanés de gaz et de charbon
V. Transport - Extraction

I. Planning

12. La décision de construction d'un siège répond en premier lieu aux impératifs de l'économie générale d'une région. Cette décision est prise à l'heure actuelle dans le cadre de grands complexes industriels. Le planning d'un siège subit donc, en principe, deux influences, l'une est liée aux forces économiques et techniques extérieures (besoins quantitatifs et qualificatifs du marché, capitaux disponibles, mode technique d'association du siège au principal utilisateur, etc.). L'autre dépend entièrement des conceptions techniques et économiques de l'exploitation du futur siège.

13. Les conceptions techniques et économiques du planning d'un siège ont fait l'objet de nombreuses études. Ces recherches sont motivées par le fait que les résultats économiques de l'exploitation du futur siège seront indissolublement liés à l'infrastructure globale du siège qui aura été projetée et par conséquent réalisée au premier stade de sa construction. L'élément essentiel dans ces conditions est la dimension optimum du siège au sujet de laquelle de nombreuses méthodes ont été élaborées comme par exemple les méthodes statistiques, les méthodes des variantes, les méthodes analytiques, etc. La plupart de ces méthodes font ressortir que le siège à grande capacité

d'extraction (environ 20,000 t par jour) est le siège le plus rentable et que son coût de construction est beaucoup moins élevé que celui du nombre total de sièges à capacité unitaire inférieure et dont la production totale serait également de 20.000 tonnes par jour. Cette conclusion repose en fait sur le principe que plus un siège est grand plus il est rentable. Quelques-unes des caractéristiques principales d'un tel siège sont les suivantes:

a) Le siège est constitué d'un ensemble comprenant un siège central et des sièges auxiliaires.

b) Le siège central est équipé d'un ou deux puits d'extraction avec des machines d'extraction très puissantes (multicables), d'un lavoir central à très grand débit horaire, d'ateliers principaux, bâtiments d'administration centrale, etc. Le carreau du puits central pourra comprendre également une centrale thermique, une usine de carbonisation, etc. Cette conception est d'autant plus intéressante que les utilisateurs industriels de charbon ont considérablement développé leur unité capacitaire, ainsi par exemple la centrale thermique moderne a une puissance de plus de 1000 MW, atteignant dans certains cas 2000 MW ce qui équivaut à une consommation annuelle de plusieurs millions de tonnes de charbon.

c) Chaque siège auxiliaire forme une unité autonome possédant un puits d'entrée d'air et un puits de retour d'air. Cette unité correspond à une division du champ d'exploitation en panneaux, chaque panneau est desservi par cette unité. Une telle division en unités autonomes présente de nombreux avantages, par exemple:

   i) L'aérage est indépendant du reste des exploitations; le panneau n'est nullement affecté par les perturbations pouvant exister dans les panneaux voisins; la sécurité du travail se trouve donc sensiblement renforcée;

   ii) Le circuit d'aérage est simplifié et raccourci, donc plus efficace et plus économique;

   iii) Le trajet nécessaire pour se rendre au lieu de travail est considérablement diminué, augmentant ainsi le temps de travail effectif au front de taille.

d) Le grand siège offre la possibilité d'utiliser avec efficacité tous les moyens techniques les plus modernes: concentration des travaux au fond et à la surface, utilisation de berlines à grande capacité, etc.

e) Seul un grand siège permet la valorisation la plus économique du charbon invendable (bas-produits), par l'installation d'une centrale thermique dont la puissance est assez grande pour assurer une marche économique

14. La conception du planning d'un siège central est une opération très compliquée, nécessitant une connaissance très profonde du problème; diverses solutions apparaissent dans chaque cas étudié et, très souvent, la recherche opérationnelle permettra de choisir la solution la plus judicieuse.

15. L'intérêt de cette conception est non seulement valable pour les pays industrialisés, mais aussi pour les pays en voie de développement. Dans ces derniers pays il importe de choisir un projet de perspective et dans le cadre de ce projet de réaliser, selon les moyens disponibles, l'ensemble du siège ou quelques-unes de ses parties, ce qui sera relativement aisé étant donné que le projet repose sur des unités autonomes qui peuvent être soit construites et liées simultanément, soit construites successivement et liées ensemble à une date conforme aux possibilités existantes.

II. Creusement accéléré des puits et des galeries

16. La construction d'un siège était jusqu'à présent une opération très longue. Il ne fallait pas moins de 8 à 10 ans pour construire un siège de capacité de production moyenne, c'est-à-dire de production journalière de 3000 à 4000 tonnes. Nous avons vu que de très fortes tendances se sont manifestées au cours des dernières années vers la construction de très grands sièges ayant un grand nombre de puits. La réalité de ces nouvelles conceptions repose sur les très grands progrés accomplis dans les techniques de fonçage des puits et de creusement de galeries.

a) Fonçage des puits

17. Parmi les différents travaux d'aménagement d'une mine, le plus difficile, le plus dispendieux en main d'oeuvre et le plus long est le fonçage des puits verticaux. Le temps nécessaire à cette opération représente de 40 à 50% de la durée totale des travaux d'aménagement du siège. L'accélération du creusement des puits verticaux présente donc un intérêt capital lorsqu'on veut hâter la mise en exploitation du siège. Les grands progrès enregistrés au cours des dernières années dans le fonçage des puits résultent en premier lieu des facteurs suivants:

i) mécanisation du chargement des déblais
ii) nouveaux procédés pour la pose de revêtement des déblais
iii) amélioration de l'organisation des travaux
iv) autres améliorations
v) méthodes spéciales de forage

i) Mécanisation du chargement des déblais

18. Le chargement manuel des déblais représente de 60 à 70% de la durée totale de l'exécution d'un cycle. L'application généralisée du chargement mécanisé a permis de réduire considérablement le temps de chargement et par là même d'augmenter le nombre de cycles par jour. Deux méthodes principales sont utilisées à l'heure actuelle:

a. Chargeuses sur rail

Après le tir, on dispose sur les déblais des tronçons de rail avec rallonge; une chargeuse à pelle se meut sur ces rails et charge les déblais dans le cuffat. Au fur et à mesure qu'une partie du fond est déblayée, les tronçons de rail sont déplacés et posés dans d'autres secteurs jusqu'au déblaiement total. Le type de pelle communément employé est la pelle "Eimco-21".

b. Chargement au grappin mécanique

i. Cette méthode de chargement s'est considérablement développée. Ces grappins sont en général fixés au plancher de travail, sous l'étage à partir duquel on fait le revêtement du puits. A cause des poussées très grandes exercées par ces grappins, au cours du chargement, l'étage doit être fixé solidement au mur du puits au moyen de vérins hydrauliques ou autres dispositifs.

ii. Les grappins sont sujets à de très grandes et rapides usures et détériorations; c'est pourquoi la bonne marche des opérations demande que pour chaque grappin en exploitation il y en ait deux ou trois en réserve.

iii. La granulométrie de la roche fragmentée a une très grande influence sur le rendement du grappin. Des essais en URSS ont montré que la granulométrie optimum est obtenue avec des trous de mines de grand diamètre (45 mm au lieu de 32 mm normalement).

iv. De nombreux types de grappin ont été mis au point, comme par exemple les types Priestman, Cryderman, Intrafor, Scheidt, Riddel. En URSS, il y a une tendance à utiliser de plus en plus le chargeur KS-3 avec grappin à six griffes.

v. Pour remonter à la surface les déblais abattus au niveau de fonçage, on emploie des cuffats à capacité de plus en plus grande: 2 à 3 m3. Ces dernières années on a commencé d'utiliser des cuffats auto-culbuteurs avec une capacité de plus de 3 m3.

vi. On note une utilisation accrue de machines d'extraction à deux tambours cylindriques de 2, 2,5 ou 4 m de diamètre et de 1 à 2 m. de largeur.

vii. L'évacuation des déblais remontés à la surface pose de grands problèmes tout particulièrement dans le cas de fonçage rapide; le résultat des expériences acquises dans certains pays montre qu'il est préférable d'effectuer le déversement de ces déblais au moyen de camions à benne basculante. Ce système est souple; il supprime en outre la nécessité d'entretenir un réseau complexe de voies de communication et permet de réduire de près d'un tiers le nombre des ouvriers de desserte du jour.

ii) Nouveaux procédés pour la pose de revêtements du puits

a. Méthodes des opérations successives

i. Le procédé classique de la pose du revêtement définitif des puits est de foncer les puits par retraites de 20 à 50 m. Après avoir approfondi le puits de la valeur fixée pour la retraite, on arrête les travaux de fonçage, on confectionne une coulisse en béton et à partir du plancher de manoeuvre on procède de bas en haut, au revêtement définitif de la retraite.

ii. Le très grand inconvénient de cette méthode est l'arrêt systématique des travaux de fonçage pour le revêtement de chaque retraite. Au cours des dernières années, diverses autres méthodes ont été utilisées en vue d'assurer le fonçage ininterrompu du puits.

b. Exécution simultanée des travaux d'approfondissement et du revêtement définitif (méthode des opérations parallèles)

i. Avec cette méthode, on procède simultanément, mais dans deux retraites différentes du puits, à l'approfondissement de celui-ci (extraction de la roche et pose du revêtement provisoire), et à la mise en place du revêtement définitif.

ii. Ces opérations simultanées sont rendues possibles par l'emploi de planchers multiples, dont un plancher ancré de protection et un plancher de travail mobile à plusieurs étages. Le plancher ancré de protection maintient en place les cables-guides et protège les ouvriers travaillant au niveau de fonçage. Il sert de plate-forme de travail pour la confection des banquettes de base.

iii. Le soutènement définitif de la retraite est effectué de bas en haut, à partir du plancher de travail; une fois terminé la banquette de base.

c. Pose du revêtement définitif au fond en descendant

i. L'emploi de panneaux segmentés (voussoirs) en béton armé pour le revêtement des puits a permis dans certains cas d'effectuer en descendant aussi bien les travaux d'approfondissement du puits que la pose du revêtement définitif.

ii. La mise en place des éléments préfabriqués en béton armé s'effectue au fur et à mesure de l'approfondissement de celui-ci. Ce système de fonçage évite la nécessité de poser un revêtement provisoire.

d. Fonçage avec revêtement définitif à l'aide d'un blindage circulaire

Le revêtement provisoire est constitué d'un cylindre métallique reposant au fond du puits et descendant au fur et à mesure de l'avancement du niveau de fonçage. Un revêtement définitif en panneaux segmentés en béton armé est posé d'une manière rigide au blindage circulaire.

e. Fonçage réalisé au moyen de l'équipement définitif du puits avec confection simultanée de son armement

i. Le puits est foncé à l'aide des chevalements et des machines d'extraction définitifs.

ii. Au fur et à mesure de l'approfondissement, on exécute simultanément les travaux de l'armement du puits (pose des moises et du guidage) et l'on rallonge les conduites d'aérage, d'air comprimé, d'exhaure et de cimentation. Les cuffats se déplacent le long du guidage définitif.

f. Fonçage sans chevalet

Un nouveau système est expérimenté où le fonçage s'effectue sans chevalet, ses fonctions étant exécutées par un avant-puits. L'évacuation des déblais se fait au moyen d'une rampe inclinée qui relie l'avant-puits à la surface. L'orifice du puits est recouvert et pendant que se déroulent les opérations du fonçage, on procède à la construction des bâtiments auxiliaires et au montage du chevalement définitif. L'armement du puits s'effectue en même temps que le fonçage. Cette méthode nouvelle de fonçage représente un changement radical dans la technique d'aménagement des mines, abrège la durée de la période de transition entre le fonçage du puits et le percement des galeries et diminue aussi bien le coût que la durée des travaux d'aménagement d'un siège.

g. Matériaux utilisés pour le revêtement définitif

i. A l'heure actuelle on utilise de la brique de premier choix, du béton armé, du béton monolithe et des voussoirs. Pendant un certain temps, l'utilisation des voussoirs semblait très prometteuse; il semble toutefois que l'expérience acquise démontre que ce genre de revêtement est cher et son efficacité ne se manifeste que pour des puits foncés à travers des terrains inconsistants.

ii. Le béton monolithe semble être dans de nombreux cas le revêtement le plus économique. Le béton est coulé derrière un coffrage à segments placé sur un plancher de travail et structurellement lié à celui-ci.

iii) Autres améliorations

19. Les grands progrès accomplis par l'introduction du chargement mécanisé et de la pose du revêtement simultanément avec les opérations de fonçage ont nécessité l'amélioration de presque tous les autres éléments constituant

l'opération intégrale de fonçage; on pourrait citer quelques exemples:

a. Foration : Les perforatrices roto-percutantes récemment mises au point offrent semble-t-il des possibilités considérables pour le fonçage accéléré des puits. Ces possibilités sont liées à la mise au point de supports convenables donnant le maximum de poussée et de maniabilité. L'emploi des amorces à micro-retard s'est très généralisé . Des lignes de tir meilleures, isolées au chlorure de polyvynile permettront de limiter les courants de fuite.

b. Aérage : Les recherches effectuées dans ce domaine ont montré que la ventilation soufflée est un système sûr et plus avantageux que les autres du point de vue économique. De nombreuses améliorations ont été apportées à la construction de ventilateurs, de canars d'aérage, etc.

c. Exhaure : Dans de nombreux cas on emploie des gargouilles circulaires fixées sur les parois du puits. On note également des installations d'exhaure par émulsion.

d. Equipement de surface : Emploi de chevalets métalliques démontables, de socles démontables pour les treuils et les machines d'extraction, de hangars temporaires démontables, etc.

iv) Méthodes spéciales de fonçage

a. Congélation : Les deux procédés classiques de fonçage de puits dans des morts-terrains aquifères sont la congélation avec cuvelage en fonte et la cimentation. Ces deux procédés présentent des inconvénients. La méthode par congélation est la plus employée, particulièrement pour des venues d'eau importantes; on observe que par suite de mouvements de terrains le cuvelage peut donner lieu à des ruptures. C'est pourquoi il y a une tendance à remplacer le cuvelage en fonte par un cuvelage en béton; ce procédé est possible à condition de prendre un certain nombre de précautions (bonne qualité du béton, ciment à prise rapide, etc.).

b. Foration : Différents procédés ont été mis au point pour creuser les puits en utilisant la technique de sondage:

i. Procédé Honingman: Ce procédé a été mis au point en Hollande. La roche est détruite par une foreuse rotative et les déblais remontés par une circulation de bennes par les tiges creuses centrales. Des méthodes dérivées ont été utilisées, par exemple, en URSS le procédé suivant : le forage du puits s'exécute à l'aide d'une installation du type OuZTH avec une tarière à pics en deux ou trois phases suivant la dureté des roches:

a. Première phase: Forage d'un avant-puits de guidage ayant un diamètre de 1,2 m.
b. Deuxième phase: Elargissement de l'avant-puits de guidage jusqu'à un diamètre de 3,6 m.
c. Troisième phase: Elargissement du puits jusqu'au diamètre voulu.

Le revêtement du puits est exécuté avec un cuvelage s'enfonçant peu à peu dans la boue jusqu'au fond du puits.

ii. Installation avec turbo-foreuse au fond: Ce procédé est mis au point en URSS. Des trépans dont les moteurs sont installés au fond, attaquent toute la surface de fond selon un mouvement de rotation complexe (planétaire). Ce système semble être avantageux pour le forage des puits à petit diamètre.

iii. Installation de forage avec carottage: En URSS l'installation du type OuKB-3,6 a été mis au point. Avec cette installation toutes les phases du travail sont mécanisées. La commande électrique et les divers autres mécanismes de commande sont installés au jour. La tarière est constituée d'une couronne munie de tricônes. Des vérins de découpage à

système hydraulique coupent la carotte qui est remontée au jour.

v) Organisation des travaux

20. La pratique des fonçages de puits réalisés au cours de ces dernières années a consacré trois principaux types de schémas cylindriques pour l'organisation des travaux: un cycle en 24 heures; deux cycles en 24 heures; trois ou quatre cycles en 24 heures.

21. Les résultats obtenus au cours du fonçage du puits Vaal Reefs en Afrique du Sud (281,2 mètres en un mois) et au puits Nowaja Butowaja en URSS (264,7 mètres en un mois) sont la preuve des grands progrès accomplis dans le fonçage des puits tant sur le plan technique que celui de l'organisation des travaux. L'accroissement de la rapidité de fonçage des puits permet de réduire très sensiblement le coût de l'aménagement des puits et dans le cas de sièges en voie de construction il abrège considérablement le temps de sa construction.

b) Creusement des galeries : Le creusement rapide des galeries ne pose plus de problèmes majeurs dans l'industrie charbonnière grâce aux grandes améliorations qui sont intervenues tant sur le plan technique que dans l'organisation des travaux. Quelques exemples donneront une certaine idée de l'état de la technique dans ce domaine.

i) Galeries au rocher

a. Foration: En République Fédérale d'Allemagne on utilise en général deux marteaux-perforateurs pour les sections inférieures à 12 m2 et trois marteaux pour les sections supérieures à 12 m2 avec une pression d'air variant entre 4,4 et 6 kg par cm2. Il faut toutefois noter qu'environ 14% des chantiers au rocher sont équipés de foreuses roto-percutantes montées sur affûts mobiles. En France on utilise de 3 à 5 marteaux, quelquefois 6 selon l'organisation adoptée. La pression d'air comprimé est de l'ordre de 5 kg/cm2.

b. Tir: En République Fédérale d'Allemagne la longueur des abattages varie de 1,10 m à 3,60 m, atteignant en moyenne 2,14 m. Le nombre de trous de mine varie d'environ 37 dans les sections de 12 à 15 m2 à 43 dans les sections supérieures à 15 m2. En France la longueur des abattages varie de 1,5 à 3 m. Le nombre de trous de mine varie de 25 à 43.

c. Bouchons et amorces utilisés: Dans presque tous les pays on utilise soit un bouchon conique, soit un bouchon en éventail, soit un bouchon cylindrique. Les amorces à retard, et particulièrement les amorces à micro-retard, sont de plus en plus utilisées.

d. Chargement des déblais: Les pelles mécaniques sont très largement utilisées.

e. Soutènement: Le soutènement métallique prédomine dans tous les pays. Dans de nombreux pays des avancements de plusieurs centaines de mètres par mois ont pu être réalisés.

ii) Galeries au charbon

La caractéristique essentielle des progrès accomplis dans le creusement des galeries au charbon est la mise au point dans de nombreux pays de machines permettant la mécanisation totale des travaux d'abattage et de chargement. Des avancements records de plus de 1000 m par mois ont été obtenus tout dernièrement.

III. Mécanisation au front de taille

22. La mécanisation de l'abatage et du chargement au front de taille est l'élément essentiel du progrès accompli dans la technique minière. L'ensemble de l'exploitation est constitué d'éléments très variés et complexes, toutes les innovations apportées dans tous ces éléments ne peuvent changer en fin de compte

le fait que l'activité principale du siège est l'unité de production, c'est à dire le front de taille. La notion de mécanisation au front de taille est devenue synonyme de machines adaptées aux conditions existantes et donnant la plus forte concentration de production possible d'un seul front de taille. Jusqu'à présent, la mécanisation d'un front de taille (longue taille) ou ce que l'on appelle encore la méthode conventionnelle d'exploitation reposait sur le déhouillage cyclique, un cycle se composant des trois opérations principales suivantes: havage et tir, chargement manuel et pose du soutènement, ripage du convoyeur et liquidation des vides de l'exploitation. La pleine conscience de la nécessité d'introduire une mécanisation complète au front de taille a fait naître le jour à de nombreuses machines dans toutes les grandes industries charbonnières. La très grande variété des types de ces machines s'explique entre autres par la diversité des conditions des gisements. Il serait difficile d'énumérer toutes ces machines ainsi que leurs caractéristiques dans le cadre de cette étude; il sera utile toutefois d'essayer de dégager très sommairement le principe de celles qui sont le plus communément employées pour l'abatage et le chargement simultanés:

a) Abatteuses-chargeuses

i) Abatteuses-chargeuses à bras: Ce sont des haveuses qui possèdent plusieurs bras pouvant être soit rectilignes, soit courbés. La chaîne de havage circule autour du bras. Plusieurs bras horizontaux font des coupures horizontales, un ou plusieurs bras verticaux des coupures verticales. Dans certaines de ces machines, le chargement est effectué par un petit convoyeur incorporé dans la machine; dans d'autres, par un soc de chargement.

ii) Abatteuses-chargeuses à cadre: La chaîne de havage circule autour d'un cadre effectuant deux coupures horizontales et une coupure verticale. Derrière le cadre, un autre dispositif désintègre le charbon; une chargeuse incorporée dans la machine charge le charbon sur le convoyeur du front de taille.

iii) Abatteuses-chargeuses à disques ou tambour: L'abatage est effectué soit avec des disques ou des tambours munis de pics. Le charbon est chargé par un soc.

iv) Abatteuses-chargeuses à tête foreuse: Ce genre de machine abat et charge le charbon au moyen d'un seul élément : une couronne munie de couteaux. Cette couronne découpe une carotte et après désintégration charge le charbon sur le convoyeur.

v) Abatteuses-chargeuses à éléments foreurs: Sur le front de la haveuse plusieurs rangées d'éléments foreurs sont installées. Chaque rangée possède plusieurs têtes foreuses. L'abatage du charbon est effectué par la rotation de tous ces éléments. En général, le charbon est chargé sur le convoyeur principal par l'intermédiaire d'un convoyeur à raclettes.

vi) Abatteuses-chargeuses à chaînes parallèles: L'abatage est effectué par plusieurs chaînes parallèles munies de pics installés sur une tête mobile. Deux convoyeurs intermédiaires chargent le charbon de taille vers le transport principal.

vii) Rabots rapides: Ces machines sont constituées par un soc armé de couteaux qui, sous l'effet d'une poussée, abattent le charbon par passes successives de quelques centimètres ou quelques dizaines de centimètres d'épaisseur. La construction du soc en forme de charrue permet de délivrer le charbon abattu sur le convoyeur blindé. Le soc est halé le long du front de taille par un câble ou une chaîne avec brin de retour.

b) Quelques exemples de mécanisation au front de taille

23. L'emploi de ces machines a permis d'obtenir un progrès considérable dans la mécanisation du front de taille. Quelques exemples de la mécanisation du front de taille dans certains des plus grands pays producteurs de charbon donnent peut-être une idée plus juste de la mécanisation au front de taille et de ses problèmes.

i) Etats-Unis: Au cours des dernières cinquantes années le rendement par poste a évolué comme suit: en 1910: 3,46 t, en 1950: 5,75 t, et en 1962 il atteignait environ 14 tonnes. Ce n'est qu'au cours des dernières années que des progrès spectaculaires ont eu lieu dans la mécanisation des travaux miniers. Une des grandes innovations a été l'introduction et la généralisation du système de l'exploitation continue grâce à la mise au point d'abatteuses-chargeuses (mineurs continus) qui, au moyen de convoyeurs intermédiaires transportent directement le charbon soit vers le transport du quartier, soit vers le transport principal. Une très grande variété de machines est actuellement utilisée, comme par exemple: abatteuses-chargeuses à chaînes parallèles, abatteuses-chargeuses à éléments foreurs, chargeuses à chenille, shuttle-cars, etc.

ii) Pologne: En 1959, l'industrie charbonnière utilisait 67 abatteuses-chargeuses; en 1960, ce nombre passait à 110 et en 1961 à 130. Le type d'engin le plus employé est l'abatteuse-chargeuse à tambour. En 1961, 63 abatteuses-chargeuses à tambour étaient en service. Dans les couches de moyenne ou de grande puissance, exploitées par tranches de 3,5 m de hauteur, on utilise avec beaucoup de succès le convoyeur blindé comme chargeur: le convoyeur blindé est installé tout contre le front de taille; avant le tir, on le recouvre de plaques blindées, après le tir, on déplace successivement les plaques blindées permettant le chargement du charbon abattu. L'industrie charbonnière polonaise utilise de nombreux types de chargeuses-abatteuses: à tambour, à cadre, à tête foreuse, à éléments foreurs, des rabots à charbon, etc. Parmi les résultats acquis jusqu'ici les meilleurs ont été obtenus au Siège "Zabrze" dans une taille équipée d'un soutènement marchant et d'une abatteuse-chargeuse à tambour: une production mensuelle record de 60.000 tonnes a été atteinte. L'industrie charbonnière polonaise procède à de nombreux essais avec des méthodes et machines nouvelles, par exemple, l'abatage hydraulique du charbon au moyen de jet d'eau à très haute pression, soit par des moniteurs, soit avec des rabots comportant, au voisinage des couteaux, des ajustages d'où sortent, sous une pression de 300 atmosphères des jets d'eau qui désagrègent le massif charbon du front de taille.

iii) République fédérale d'Allemagne: En 1960 dans les Houillères du Bassin de la Ruhr, sur une extraction journalière de 460.000 tonnes, 205.000 tonnes environ ont été abattues et chargées par des procédés entièrement mécaniques. Ce tonnage représente 43,5% de l'extraction journalière totale. Sur l'ensemble des chantiers entièrement mécanisés, 60% sont équipés au rabot et 40% par des abatteuses-chargeuses de types variés. Les houillères ont besoin pour l'abatage du charbon de diverses machines, mais on examine, en premier lieu, si les conditions de gisements permettent l'abatage au rabot; si tel n'est pas le cas, et alors seulement, on examine quelle autre machine d'abatage il convient d'employer. Un exemple de l'utilisation du rabot est le siège Freidrich Henrich où environ 73% de la production est obtenue avec des rabots; ainsi, dans une taille de ce siège, on obtient une production journalière moyenne de 1000 tonnes environ; il convient de signaler que l'ouverture de la taille est de 0,8 m.

iv) Royaume-Uni: De nombreux types d'abatteuses-chargeuses ont été conçus et sont en service. Environ 50% de la production charbonnière en 1961 était abattue et chargée mécaniquement. Les machines le plus largement utilisées sont: l'abatteuse-chargeuse à tambour Anderton et l'abatteuse-chargeuse à tête foreuse "Trepanner" ces deux types de machines abattent et chargent plus de 60% de toute la production abattue et chargée mécaniquement au Royaume-Uni. Des productions

journalières de près de 2000 tonnes ont pu être obtenues d'une seule taille avec ces machines. L'avancement rapide des tailles a posé le problème de la mécanisation des niches de manoeuvre nécessaires aux manoeuvres de retour des abatteuses-chargeuses à chaque extrémité des tailles. Une machine, la "Dawson-Miler" a été spécialement conçue pour le creusement de ces niches. Cette machine se compose d'un convoyeur à chaîne sur lequel est montée une fraise transversale. La fraise transversale est constituée par un jeu de bras rotatifs munis de couteaux. Cette fraise transversale se déplace sur le convoyeur et abat le charbon par séries de bandes très minces. La mécanisation des couches très minces pourra peut-être trouver une solution grâce aux résultats très encourageants obtenus avec le "Collins Miner", abatteuse-chargeuse à tarière avec commande à distance et convoyeurs extensibles. L'emploi de cette machine permettra d'avoir un front de taille d'où la main d'oeuvre sera complètement exclue.

v) Union des Républiques socialistes soviétiques: Au début de 1961 il y avait en service dans l'industrie charbonnière de l'URSS environ 4250 abatteuses-chargeuses. Ce nombre comprend de nombreux types de machines comme par exemple: des abatteuses-chargeuses à cadre (Dombass, DU-3, LGD-1, etc.), des abatteuses-chargeuses à disques ou tambours (UKR, KU-1, UK-52 m, etc.), abatteuses-chargeuses à éléments foreurs (UKT-2M), etc. Les abatteuses-chargeuses de diverses marques utilisées actuellement dans l'industrie charbonnière de l'URSS sont destinées au travail dans des couches dont la puissance va de 0,55 à environ 3 m. On peut citer en exemple les résultats obtenus dans un siège du bassin de Karaganda, où une taille de 370 m de long dans une couche de puissance de 1,65 m est équipée d'une abatteuse-chargeuse "Donbass"; l'extraction journalière moyenne s'est élevée, en décembre 1960, à 1530 tonnes. Afin de résoudre les questions relatives à la mécanisation complète des travaux au front de taille, on continue des essais en vue de perfectionner la construction de toute une série de machines qualifiées d'"ensemble" ou "agrégats".

a. L'ensemble A-2 est un rabot avec soutènement hydraulique mobile et convoyeur non-démontable; il mécanise entièrement tout le processus du travail au front de taille. Cet ensemble est destiné à l'abatage du charbon dans des couches à faible pendage d'une puissance de 0,85 à 1,35 m ne nécessitant pas la présence constante de la main-d'oeuvre au front de taille.

b. L'ensemble A-3 est composé d'un rabot circulaire pour abattage et chargement et d'un soutènement hydraulique. Cet ensemble est destiné pour des couches d'une puissance de 1,5 à 2,0 m.

c) Observations générales:

i) L'abattage et le chargement simultanés dans les couches de faible et de moyenne puissance, en plateur ou à faible pendage, semble avoir été résolu grâce aux très importants progrès accomplis dans la construction des abatteuses-chargeuses.

ii) Les abatteuses-chargeuses à disques ou tambours, à éléments foreurs et têtes foreuses ont donné d'excellents résultats grâce à la très forte concentration de production obtenue d'un seul front de taille: des productions journalières de 2000 t. sont de plus en plus fréquentes avec une productivité au front de taille de plus de 20 t par poste. Dans tous les cas, l'emploi de ces machines a permis un accroissement sensible de la production et de la productivité moyenne.

iii) Les abatteuses-chargeuses à rabot retiennent la préférence dans l'emploi à condition que les conditions de gisement le permettent.

iv) La mécanisation de l'abattage et du chargement dans les couches en dressant en est toujours au stade expérimental. La même constatation s'impose pour les couches à très forte puissance (exception faite de l'industrie charbonnière des Etats-Unis).

v) La mécanisation de l'abattage et du chargement au front de taille ont provoqué de profondes modifications dans tous les autres éléments du siège, en particulier dans le soutènement, dans les méthodes d'exploitation, transport, etc. Un avancement journalier de 3 à 6 m est fréquemment obtenu avec les abatteuses-chargeuses nécessitant une pose rapide du soutènement au front de taille. L'avènement des étançons hydrauliques et du soutènement mécanisé (soutènement marchant) a donné aux abatteuses-chargeuses toutes les possibilités de rendement maximum.

IV. Méthodes d'exploitation- Méthodes de sécurité utilisées contre les dégagements instantanés de gaz et de charbon

a) Observations générales: L'expérience acquise dans les industries charbonnières européennes montre que la méthode la plus répandue est celle des longues tailles, souvent associée à la pratique du foudroyage total. Les progrès de la mécanisation qui se traduisent notamment par une augmentation des vitesses d'avancement aux fronts de taille et dans le traçage des voies, de nouveaux types de soutènement etc., permettent d'appliquer dans une plus large mesure la méthode des longues tailles rabattantes. Les indices de rendement sur les longues tailles de type conventionnel d'où provient encore l'essentiel de la production peuvent souvent être améliorés en utilisant l'équipement et en organisant les travaux d'une manière plus efficace, etc. Dans ces cas, le meilleur moyen d'accroître la concentration et, par conséquent, d'améliorer le rendement et de diminuer corrélativement le coût de la production semble être d'augmenter la longueur des fronts de taille par rapport à leur dimension moyenne actuelle sans toutefois dépasser une longueur de 250 à 300 m. Dans les couches très puissantes qui ne peuvent être exploitées que par tranches ascendantes, une méthode d'exploitation typique et largement utilisée est celle des tailles montantes de 3 à 3,5 m de hauteur et de 60 à 70 m de long. Habituellement, ces tailles sont exploitées sous forme de deux tailles jumelées; pendant que sur l'une d'elles la couche est déhouillée sur une longueur admissible avant le remblayage, sur l'autre on procède au remblayage hydraulique. De nombreux essais sont en cours, en vue d'améliorer cette méthode, par exemple, le déhouillage simultané de plusieurs tranches. Les couches à moyenne puissance sont exploitées la plupart du temps avec la méthode des chambres à piliers. Ce système, dans des conditions de gisement favorable, peut être associé à une très forte mécanisation de l'abattage et du chargement et donner des rendements très élevés comme par exemple aux Etats-Unis. L'exploitation économique des couches minces ne sera possible que si les essais avec les nouveaux types d'abatteuses-chargeuses permettent d'élaborer une méthode d'exploitation où la présence de la main-d'oeuvre sera exclue du front de taille. Une nouvelle méthode d'exploitation hydraulique du charbon au moyen de jet d'eau à haute pression (jusqu'à environ 300 atmosphères) est actuellement mise au point dans un certain nombre de pays (Etats-Unis, Pologne, URSS); on note déjà quelques applications sur une échelle industrielle.

b) Méthodes de sécurité utilisées contre les dégagements instantanés de gaz et de charbon : Les dégagements instantanés constituent un des phénomènes les plus redoutables pour la sécurité des travailleurs au cours de l'exploitation des gisements. Au cours de ces dernières années de très gros efforts ont été entrepris dans différents bassins en vue de lutter contre ce danger. Quelques exemples illustreront l'importance des travaux entrepris dans ce domaine.

i) France: Les différences existant dans le comportement entre les différents gisements entrainent toute une variété de méthodes d'exploitation et de réglementations diverses concernant la lutte contre les dégagements instantanés. Ces réglementations diverses ont néanmoins des buts communs:

a. mettre en oeuvre des moyens qui permettent d'éviter les dégagements instantanés, notamment en assurant le desserrage ou

ou le dégazage des couches. Par exemple:

i. exploitation de couches-égides peu ou pas susceptibles
ii. exploitation par foudroyage des couches à toit raide (longues tailles du secteur nord)
iii. limitation des vitesses d'avancement de certaines longues tailles
iv. quadrillage préalable par des galeries sous le toit dans les gisements à dégagements de CO_2 du secteur sud
v. fixation d'une distance convenable entre les tailles et les fronts d'avancement de leurs voies de base et de tête;

b. en l'absence de moyens sûrs d'éviter les dégagements instantanés, les provoquer au moyen de tirs d'ébranlement en l'absence de personnel dans le retour d'air ainsi que dans la zone dangereuse des projections et des refoulements éventuels. Bien entendu les tirs d'ébranlement ne sont pas imposés là où l'expérience a montré que des dégagements n'étaient pas à craindre. D'où des différences sensibles entre les réglementations;

c. prendre des mesures pour permettre la fuite des ouvriers au cas où se produirait un dégagement "sur poste" en leur présence. Ces mesures ne constituent qu'un dernier recours qui, surtout dans les gisements à dégagement de CO_2, est loin d'être efficace dans tous les cas. Les moyens des deux premières catégories doivent donc être développés au maximum;

d. par ailleurs, il faut noter que ces règles, qui restent encore valables dans leur principe, sont relativement anciennes et donnent peut-être une idée fausse des conditions d'exploitation actuelles; certaines méthodes ne sont plus employées. Ainsi l'exploitation par tranches horizontales des couches épaisses à dégagements de CO_2 dans certaines parties des bassins ne se fait plus que par tranches unidescendantes;

e. par ailleurs, tout en restant dans le même cadre réglementaire, des procédés nouveaux ont été introduits en vue de permettre une exploitation plus économique sans compromettre la sécurité:

i. L'emploi du rabot et même de haveuses a été autorisé dans certaines tailles où l'on a pensé que le risque de dégagement instantané n'existait pas. Les vitesses d'avancement ont toutefois été limitées.

ii. Dans les tailles où l'on doit procéder à des tirs d'ébranlement on emploie des chargeuses, sous la réserve que ces engins n'approchent pas à moins de 20 cm du fond des trous de mine qui, du fait de leur parallélisme, n'arrivent jamais à abattre complètement le massif de charbon jusqu'à leur extrémité.

iii. Emploi de détonateurs à retards (gisements à CO_2) ou à très courts retards (gisements à CH_4) pour les tirs d'ébranlement dans les traversées de couches ou dans les avancements de niveaux. Le plan de tir comprend plusieurs séries de trous de différents retards constituant une volée normale d'abattage et une série de trous dépassant les premiers d'au moins 60 cm, affectés d'un retard unique supérieur aux précédents et constituant l'équivalent d'une volée d'ébranlement réglementaire. Ceci permet l'allongement des volées et par suite l'augmentation de la vitesse d'avancement.

iv. Elargissement dans <u>certains cas particuliers</u> de la maille des quadrillages au point que ces quadrillages effectués au tir d'ébranlement ne peuvent plus guère prétendre à la détente ou au dégazage de la couche et constituent plutôt une reconnaissance de la couche et un test de sa susceptibilité au point de vue des dégagements.

v. Emploi de l'électricité dans les mines à dégagements instantanés de grisou dans les lieux qui ne risquent pas d'être atteints par un refoulement gazeux. Il s'agit bien entendu du risque de dégagement sur poste, car le courant est toujours coupé pendant les tirs d'ébranlement.

ii) URSS :

a. Exploitation préalable de couches protectrices: L'exploitation préalable de couches protectrices constitue, on le sait, le moyen le plus efficace de lutte contre les dégagements. Aussi, cette méthode est-elle utilisée dans le bassin du Donetz partout où son application est possible. Toutefois, si dans le passé on considérait que l'exploitation avancée n'est utile que dans les cas où la distance entre les couches voisines ne dépasse pas 60 m suivant la normale, des recherches récentes ont permis de repérer des couches qui protègent des couches dangereuses situées à plus de 90 m des couches protectrices.

b. Dégazage préalable des couches: Le dégazage préalable des couches pratiqué dans les houillères pour en améliorer la ventilation et pour en accroître la sécurité à l'égard des coups de grisou et du captage du méthane constitue dans le même temps un moyen efficace pour lutter contre les dégagements instantanés de gaz et les projections de charbon.

c. Tir d'ébranlement: Cette méthode de lutte contre les dégagements n'est utilisée dans le bassin du Donetz que dans les cas où d'autres moyens se révèlent insuffisants. Des études spéciales ont permis de trouver, pour certaines couches les paramètres les plus rationels des tirs d'ébranlement propres à obtenir un coefficient élevé d'utilisation des trous de mine (0,85 - 0,9) et un aménagement complet des tailles. On a également réalisé des réseaux de trous de mine avec une forte charge d'explosif pour abaisser les tensions des points de perturbations géologiques actives.

d. Creusement de trous de mine avancés: Lors de travaux préparatoires à des couches dangereuses, on pratique largement, dans le bassin du Donetz, le creusement de trous de mine avancés. Les études effectuées ont prouvé que les trous d'un diamètre de 70 à 120 mm n'étaient pas efficaces; aussi, en a-t-on porté le diamètre à 250-300 mm. On arrête le nombre, la disposition et la profondeur des trous de mine de manière que le fond de la galerie suive le massif charbonnier où la pression du gaz et la tension du charbon sont suffisamment atténuées. A cet effet, on recommande d'avoir une réserve constante de trous de mine avancés dépassant en dimension les qualités des dégagements en direction. Pour prévenir les dégagements dans la zone non protégée des couches dangereuses (pendant le havage) l'on utilise avec succès, dans le bassin du Donetz, un réseau de trous de mine verticaux et horizontaux de 300 à 120 mm.

e. Cuvelage avancé: Sur les couches à fort pendage, à charbons mous, inconsistants et friables, on utilise, pour prévenir les coulées ébouleuses, un cuvelage spécial consistant en des tubes introduits dans des trous de mine creusés dans le gradin supérieur du terrain en exploitation. Sous la couverture de ces tubes, on procède à l'expulsion du charbon.

f. Modification partielle des méthodes d'exploitation: Pour lutter contre les dégagements, on peut notamment modifier partiellement les méthodes d'exploitation de manière à éliminer, dans la mesure du possible, sur le front de taille, les points les plus

sujets à dégagements. Les moyens utilisés à cet effet dans le bassin du Donetz consistent à ouvrir un seul front commun pour creuser galeries et recoupes, à tracer une recoupe dans la zone protégée, pendant le havage, à remplacer la galerie de roulage par une galerie d'exploitation, à pratiquer la méthode des grandes tailles sans que la galerie de roulage précède l'établissement d'une grande taille.

g. Lutte contre les dégagements lors du creusement des galeries d'aménagement inclinées: Pour protéger les ouvriers contre les dégagements éventuels dans les chantiers inclinés à fort pendage, des trous de mines de 300mm sont préalablement forés sur toute la hauteur de l'étage. Sur les couches dangereuses où toutes sortes de raisons empêchent de le faire, on ouvre des galeries inclinées en descendant. En creusant les galeries inclinées en descendant, sur les couches de faible ou de fort pendage, on utilise souvent des trous de mine de 250 à 300 mm, de même, d'ailleurs, qu'en traçant des galeries de roulage.

h. Lutte contre les dégagements sur les front de taille: Pour lutter contre les dégagements sur les fronts de taille, dans les couches de fort pendage, on a essayé de moyens simples. Ainsi, on a expérimenté l'exploitation par chantiers en ligne droite et par gradins droits, par gradins en diagonale associés à un soutènement renforcé du massif charbonnier en pendage, par gradins, par trous de drainage, et trous de mine de 120 mm, par division des étages en sous-étages avec exploitation avancée des étages supérieurs. Ces moyens se sont révélés inopérants: Ils ont donné lieu à des dégagements instantanés de gaz et à des projections spontanées de charbon. Par suite, les méthodes les plus couramment appliquées aujourd'hui dans les couches dangereuses sont l'ouverture de couches protectrices, le percement en dressant, en avant du front de taille, de trous de mine de 300 mm et le percement en plateur, le long du chantier, de trous ayant un diamètre de 250 mm et une longueur de 6 ou 7 m. au moins. Dans les tailles des couches à fort pendage, c'est presque partout au foudroyage total qu'on recourt pour assurer le contrôle du toit. Dans les mines d'anthracite, où l'exploitation se fait en plateur, on pratique avec succès la désagrégation préalable des couches, pour prévenir les projections spontanées de houille. Cette désagrégation s'effectue par explosion de charges de dynamite dans des trous de 100 mm percés sur toute la hauteur de l'étage (142 m.). Le poids de chaque charge est de 160 à 200 kg. On perce les trous à des intervalles de 6 à 10 m. en direction. Habituellement, pendant qu'on exploite un panneau dont la longueur en direction peut aller jusqu'à 40 m., on en prépare un autre. Très efficace, cette méthode de détente préalable du massif et d'atténuation de la pression du gaz va être appliquée à de grandes profondeurs, pour l'exploitation de couches dangereuses isolées.

i. Prévention de dégagements à l'ouverture de couches dangereuses: L'Institut de recherches de Makéevka a mis au point des méthodes spéciales visant à prévenir les dégagements à la traversée de couches dangereuses par des travers-bancs. Ces méthodes consistent essentiellement à accéder dans des conditions de sécurité à une couche dangereuse en effectuant des travaux destinés à empêcher un dégagement éventuel. L'accès correct appelle une exploration appropriée des roches en avant du chantier, l'abaissement de la section du travers-banc à 5 m2, l'abandon simultané d'un boudin de roche d'une épaisseur de 2 m. au moins, avec observation de mesures générales de sécurité. Pour empêcher des dégagements dans les

travers-bancs intermédiaires, on relie ceux-ci à une galerie préalablement tracée le long de la couche dangereuse. En l'espace des neuf dernières années, ce système a permis de procéder à plus de 300 ouvertures de couches, sans projections spontanées de charbon, ni de dégagements instantanés de gaz. Une longue expérience en avait auparavant prouvé l'efficacité. Un équipement spécialement destiné à l'ouverture de couches est actuellement en construction.

j. Méthodes géophysiques de prévention de dégagements instantanés: L'une des méthodes visant à déterminer si une couche est sujette à des dégagements instantanés et, le cas échéant, à prévenir ceux-ci consiste à capter, à l'aide de géophones, des ondes séismiques que provoquent les désagrégations de couches de charbon et de roches encaissantes. C'est pour mettre au point et appliquer ces méthodes qu'une station séismologique a été créée dans le bassin du Donetz. Cette station a mis au point un appareillage séismologique, à l'épreuve d'explosions, qui permet de distinguer couches et tronçons de couches d'après leur niveau d'activité séismique, de déterminer les contours des zones particulièrement sujettes à dégagements, de prévoir approximativement les délais de fléchissement du toit principal et d'assigner des abris au personnel pour le cas d'accidents. Les méthodes géophysiques destinées à déterminer le risque de dégagement de gaz que présentent les couches et à prévenir les projections de charbon font également l'objet de perfectionnements lors même qu'on exploite des couches à grande profondeur.

V. Transport souterrain

24. Un aperçu de certains progrès réalisés dans le transport souterrain peut être illustré par les deux exemples suivants:

a) Pologne:

i) Le transport au front de taille est dans une très large mesure assuré par le convoyeur blindé, très souvent du type flexible.

ii) Dans le transport de quartier, le convoyeur à bande de 800 ou de 1000 mm de largeur est devenu l'agent de transport le plus utilisé; il a presque totalement supplanté les couloirs et autres moyens de transport. Depuis quelques années, on utilise de plus en plus des convoyeurs à raclettes qui jouent le rôle d'élément intermédiaire entre les convoyeurs de taille et le train de convoyeurs à bande. Pour diminuer le nombre de postes du transport de quartier, on automatise de plus en plus la commande des trains de convoyeurs. En 1960, 748 trains de convoyeurs avaient été automatisés.

iii) Le transport principal est assuré principalement par des locomotives à trolley, dont la puissance a été sensiblement augmentée au cours des dernières années. Le nombre de berlines à grande capacité s'est considérablement élevé, en particulier les berlines de 3 à 5 m3 de capacité.

iv) Les recettes du fond ont été mécanisées et certaines automatisées avec des centres de commande équipés de moyens de communication modernes (trolleyphones, signalisation optique, etc.). Grâce à la modernisation du transport principal, la production moyenne transportée par niveau a été portée à plus de 50.000 tonnes par mois. Le volume de la production extraite par puits a pu être accru tout d'abord en électrifiant les machines d'extraction et en augmentant leur puissance et, aussi, en modernisant le matériel de levage. L'emploi du skip est considéré depuis longtemps comme étant le procédé d'extraction le plus rationel et le plus économique. Au cours des dix dernières années, plus de 20 nouveaux skips ont été installés, tandis que 30 machines d'extraction à vapeur étaient démontées et mises au rebut. Les skips

ont une capacité de 5 à 20 tonnes et les machines d'extraction des puissances allant jusqu'à 4.400 cv. des machines d'extraction multicables sont mises en service dans les puits profonds. Au cours des quatre dernières années, la modernisation de l'équipement d'extraction dans le bassin de la Haute Silésie a permis d'augmenter la concentration de la production par puits d'extraction (sans compter les puits auxiliaires) de 10%, portant ainsi la production moyenne mensuelle par puits à 60.000 tonnes. L'industrie charbonnière polonaise a mis au point récemment un procédé d'extraction hydraulique du charbon. Ce procédé est utilisé actuellement dans plusieurs sièges. Cette méthode repose sur le transport hydraulique du charbon dans une tuyauterie allant du fond jusqu'à la surface, soit directement par pompes, soit par l'intermédiaire de sas qu'alimentent en charbon une tuyauterie dans laquelle circule de l'eau sous haute pression. Dans certains cas, cette méthode présente des avantages considérables.

b) Royaume-Uni:

Le transport au front de taille est effectué principalement par le convoyeur à courroie; on note un accroissement de l'utilisation du convoyeur blindé flexible. L'emploi des convoyeurs dans les voies principales de transport n'a cessé de s'étendre au cours de ces dernières années. Des améliorations notables ont été apportées à la qualité du matériau servant à la confection des courroies. On utilise maintenant partout des courroies en chlorure de polyvinyle parce que non seulement elles sont ignifuges, mais ont des qualités égales sinon supérieures à celles des courroies en caoutchouc employées naguère. L'emploi de matériau ignifuges et l'utilisation de fibres artificielles a permis d'augmenter la puissance transmise par les courroies jusqu'à 300 cv avec des courroies de 0,914 m de large et jusqu'à 400 cv avec des courroies de 1,067 m de large. C'est là un progrès intéressant, car l'emploi de convoyeurs de galeries principales plus longs et comportant des points de raccordement moins nombreux diminue le nombre de mécanismes à entretenir et celui des endroits où il y a risque d'incendie et d'incident mécanique, ainsi que le nombre de ceux où le charbon risque d'être brisé en cours de transport. L'emploi des convoyeurs à bande à cables de traction a pris de l'extension; 38 installations de ce type étaient en service au début de 1960; ces convoyeurs possèdent une capacité de transport élevée, une longue durée de service. Ils permettent ainsi de supprimer des points de transfert et peuvent être utilisés pour des transports sur de grandes distances et des pentes assez forte. L'emploi des locomotives pour les transports souterrains a constamment marqué des progrès au cours de ces dernières années; les locomotives représentent avec les convoyeurs l'une des meilleures méthodes pour évacuer les gros tonnages. Pour le transport de lourdes charges, on utilise des locomotives à trolley ou des locomotives Diesel. L'emploi des locomotives à accumulateurs n'est indiqué que dans des voies de roulage à pente négligeable et à débit relativement faible. De plus en plus fréquemment les mines nouvelles ou reconstruites sont équipées avec des berlines d'environ 3 tonnes de charge utile. L'emploi de berlines de grande capacité facilite considérablement la reconstruction du circuit de la recette du fond et du circuit de la recette du jour, suivant des schémas très compacts, donnant de grandes économies à tous les points de vue. Les problèmes des charges de pointe ont trouvé une solution très économique grâce à l'utilisation de convoyeurs-magasins. Il en existe à l'heure actuelle plusieurs modèles où l'organe translateur est constitué soit par des chaînes, soit par des courroies. A titre d'exemple, le type suivant peut être brièvement décrit: ce convoyeur-magasin d'une capacité de 200 tonnes peut être comparé à une rame de berlines de grande capacité se déchargeant par le fond, l'orifice du déchargement étant fermé par une courroie obturatrice. Lorsqu'une trémie du convoyeur-magasin a été remplie, elle est tirée sous le convoyeur de galerie principale et la courroie

obturatrice se déplace avec elle. Si le débit excède la capacité du convoyeur principal, le charbon du convoyeur situé au-dessus remplit peu à peu la trémie qui, une fois remplie, est tirée en arrière: quand le débit du charbon est plus faible que la capacité du convoyeur on fait avancer le convoyeur-magasin et les trémies se déchargent sur le convoyeur principal situé au-dessous du convoyeur-magasin.

CONCLUSIONS

24. Cette revue très rapide du progrès accompli dans les techniques d'extraction du charbon montre quelques-unes des principales méthodes actuellement utilisées. Ceux qui, dans les régions insuffisamment développées, auront pour tâche la construction d'une industrie minière, disposeront, dans de nombreux cas, de ressources insuffisantes pour adopter une solution optimum, mais ils devront éviter de faire appel à une méthode arriérée.

25. L'impératif d'une économie en voie de développement est d'obtenir aussi rapidement que possible, et à prix aussi bas que possible, le produit dont elle a besoin en évitant les grosses pertes qui peuvent résulter de la mise en exploitation d'une entreprise très coûteuse qui, au bout de quelques années, sera déficitaire. Il appartiendra à l'ingénieur et à l'économiste de choisir parmi les méthodes modernes celle qui donnera les effets économiques les plus adéquats à l'économie de la région. En principe, il peut être admis que :

a) Le planning du futur siège avec exploitation à grande profondeur doit être accompli par des institutions spécialisées; le projet doit être aussi complet que possible. Quelles que soient les disponibilités en capitaux, ce type de siège devrait être conçu selon la conception du siège central associé à un certain nombre de sièges auxiliaires autonomes. Cette conception permet, en cas d'insuffisance de capitaux, de procéder à la construction successive des sièges auxiliaires ayant une production de 2 à 3000 tonnes environ chacun. Si les conditions de gisement le permettent, l'extraction hydraulique du charbon pourra être envisagée comme étant une méthode très économique; dans ce cas, une simple tuyauterie installée dans l'un des puits servira de moyen de transport du charbon du fond vers la surface; ce système pourra être facilement démonté après la mise en service du siège central.

b) Les travaux de construction d'un siège doivent être conduits avec le maximum de concentration de main-d'oeuvre; ceci permettra non seulement d'utiliser une grande quantité de main-d'oeuvre, mais également d'accéder très rapidement au gisement et de l'exploiter.

c) La priorité de l'utilisation des capitaux disponibles doit être accordée à l'équipement des travaux du fond.

d) Les gisements les plus réguliers doivent être exploités en priorité.

e) Pour des exploitations à faible profondeur, la technique doit être différente, elle soulève du reste beaucoup moins de problèmes que dans le cas d'exploitation à grande profondeur.

ANNEXE

Tableau I

Production d'Energie dans le Monde[a]
(en millions de tonnes équivalentes de charbon)

Année	Energie totale	Charbon et lignite	Pétrole brut	Gaz Naturel	Electricité Hydraulique
1929	1.778	1.412	276	76	14
1937	1,910	1.404	381	104	22
1951	2.822	1.665	806	304	47
1958	3.827	2.033	1.207	511	76
1959	4.061	2.111	1.300	571	79
1960	4.311	2.204	1.399	622	86

Tableau II

Consommation d'énergie per capita (en kg équivalent de charbon) dans certaines régions du monde et moyenne pour le monde entier[a]

	1951	1958	1959	1960
Amérique du Nord	7.492	7.423	7.613	7.802
Afrique	203	311	307	310
Extrême-Orient	151	205	221	242
Europe Occidentale	2.099	2.382	2.373	2.565
Moyenne pour le monde entier	1.075	1.298	1.345	1.405

Tableau III

Production du charbon dans le monde [a]
(en millions de tonnes)

Année	Production de houille	Production de lignite	Total
1955	-	-	2.131
1956	-	-	2.249
1957	1.626	763	2.389
1958	1.664	825	2.489
1959	1.731	848	2.579
1960	1,811	875	2.686

(a) Chiffres publiés par les Nations Unies : "World Energy Supplies", 1955-1958 et 1957-1960 - New York.

1782 F - Nov. 1962 - 1,000